

H3  
H. M. Cole  
4301

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Express Mail No.: **EL067144443US**  
In re application of: **KALLIOKULJU et al.**  
Serial No.: **0 /**  
Filed: Herewith  
For: **DATA PACKET NUMBERING IN PACKET-SWITCHED DATA TRANSMISSION**

Group No.:

Examiner:

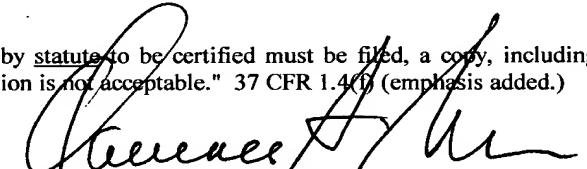
**Commissioner of Patents and Trademarks**  
**Washington, D.C. 20231**

**TRANSMITTAL OF CERTIFIED COPY**

Attached please find the certified copy of the foreign application from which priority is claimed for this case:

Country : **Finland**  
Application Number : **20001792**  
Filing Date : **14 August 2000**

**WARNING:** "When a document that is required by statute to be certified must be filed, a copy, including a photocopy or facsimile transmission of the certification is not acceptable." 37 CFR 1.4(f) (emphasis added.)

  
**SIGNATURE OF ATTORNEY**

**Reg. No.:** 24,622

**Clarence A. Green**

**Type or print name of attorney**

Perman & Green, LLP

**P.O. Address**

425 Post Road, Fairfield, CT 06430

**NOTE:** The claim to priority need be in no special form and may be made by the attorney or agent if the foreign application is referred to in the oath or declaration as required by § 1.63.

(Transmittal of Certified Copy [5-4])

Customer No.: 2512

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS  
NATIONAL BOARD OF PATENTS AND REGISTRATION

Helsinki 15.1.2001

JC971 U.S. PRO  
09/779979  
02/09/01

E T U O I K E U S T O D I S T U S  
P R I O R I T Y     D O C U M E N T

Hakija  
Applicant

Nokia Mobile Phones Ltd  
Helsinki



Patentihakemus nro  
Patent application no

20001792

Tekemispäivä  
Filing date

14.08.2000

Etuoikeushak. no  
Priority from appl.

FI 20000314

Tekemispäivä  
Filing date

14.02.2000

Kansainvälinen luokka  
International class

H04L

Keksinnön nimitys  
Title of invention

"Datapakettien numerointi pakettivälitteisessä  
tiedonsiirrossa"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä  
patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä,  
patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the  
description, claims, abstract and drawings originally filed with the  
Finnish Patent Office.

Pirjo Kaila  
Tutkimussihteeri

Maksu 300,- mk  
Fee 300,- FIM

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500 Telefax: 09 6939 5328  
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500 Telefax: + 358 9 6939 5328  
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

## Datapakettien numeroointi pakettivälitteisessä tiedonsiirrossa

### Keksinnön tausta

Keksintö liittyy pakettivälitteiseen tiedonsiirtoon ja erityisesti datapakettien numeroinnin optimointiin, vielä erityisesti luotettavan (acknowledged) siirron yhteydessä.

Ns. kolmannen sukupolven matkaviestinjärjestelmien, joista käytetään ainakin nimityksiä UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) ja IMT-2000 (International Mobile Telephone System), kehityksessä eräs lähtökohta on ollut mahdollisimman hyvä yhteensopivuus toisen sukupolven matkaviestinjärjestelmien, kuten GSM-järjestelmän (Global System for Mobile Communications) kanssa. Esimerkiksi UMTS-järjestelmän runkoverkko on suunniteltu toteutettavaksi GSM-runkoverkon pohjalle, jolloin jo olemassa olevia verkkoja voidaan hyödyntää mahdollisimman tehokkaasti. Edelleen kolmannen sukupolven matkaviestimille pyritään mahdollistamaan yhteysvastuu siirto eli handover UMTS- ja GSM-järjestelmien välillä. Tämä pääsee myös pakettivälitteiseen tiedonsiirtoon, erityisesti UMTS:n ja GSM-järjestelmään suunnitellun pakettiradioverkon GPRS:n (General Packet Radio Service) välillä.

Pakettivälitteisessä tiedonsiirrossa voidaan käyttää luotettavaa eli kuitattua (acknowledged) lähetystä tai epäluotettavaa eli kuittaamatonta (unacknowledged) lähetystä. Luotettavassa tiedonsiirrossa vastaanottaja lähetää kuitauksen vastaanottamistaan datapaketeista PDU (Protocol Data Unit) lähettiläälle, jolloin lähettiläjä voi lähetää kadonneet tai vioittuneet datapaketit uudestaan. GPRS-järjestelmässä suoritettaessa operointisolmujen välisen (inter-SGSN, Serving GPRS Support Node) handover tiedonsiirron luotettavuus varmistetaan datapaketteihin liittävän 8-bittisen N-PDU-numeron (Network PDU) avulla, jonka perusteella voidaan tarkistaa vastaanottajalle välistetyt datapaketit. Nykyisten määritysten mukaisessa UMTS-järjestelmässä pakettivälitteisessä tiedonsiirrossa vastaavaan operointisolmujen välisen handoverin luotettavuuden varmistamiseen käytetään pakettidataprotokollan RLC-kerroksen (Radio Link Control) 12-bittistä RLC-jaksonumeroa.

GPRS:n ja UMTS:n välisessä handoverissa GPRS-järjestelmä on vastuussa handoverin luotettavuudesta, joten luotettavuuden tarkistus on järjestetty suoritettavaksi GPRS:n N-PDU-numeroiden avulla, joiden pohjalta luodaan handover-prosessissa UMTS:n puolella käytettävät identifointinumerot. Suoritettaessa handover UMTS:stä GPRS:ään UMTS-järjestelmä on vastuussa handoverin suorituksesta, jolloin luotettavuuden tarkistus perustuu

UMTS:n käsittämiin datapakettien identifiointitietoihin. UMTS-järjestelmään on tähän tarkoitukseen suunniteltu 8-bittistä datapakettinumeroa, joka liitetään UMTS:n pakettidataprotokollaan kuuluvan konvergenssiprotokollakerroksen PDCP (Packet Data Convergence Protocol) datapakettiin ylimääräiseksi tavaksi.

5 Tämä PDCP-PDU-numero muodostaa näin GPRS:n N-PDU-numeroa loogisesti vastaavan datapakettinumeron, jonka perusteella tarkistetaan handoverin yhteydessä, että kaikki datapaketit ovat siirtyneet luotettavasti. On myös mahdollista, että 8-bittinen PDCP-PDU-numero muodostetaan 12-bittisistä RLC-jaksonumeroista poistamalla neljä eniten merkitsevää bittiä.

10 Vastaavaa PDCP-PDU- eli N-PDU-numerointia voidaan käyttää myös UMTS:n sisäisessä radioaliverkkojärjestelmien välisessä handoverissa (ns. SRNS Relocation). Datapaketit PDU asetetaan puskuriin odottamaan, että yhteysvastuu on siirtynyt toisen järjestelmän operointisolmulle SGSN tai UMTS:n sisäisessä handoverissa uudelle palvelevalle radioaliverkkojärjestelmälle SRNS (Serving

15 Radio Network Subsystem), ja lähetetyt datapaketit voidaan poistaa puskurista sitä mukaa, kun vastaanottajalta saadaan kuitaus vastaanotetuista datapaketeista.

Eräänä ongelmana yllä kuvattussa järjestelyssä on PDCP-PDU-numeron muodostaman ylimääräisen tavun liittäminen konvergenssiprotokollakerroksen PDCP jokaisen datapaketin otsikkokenttään. Tämä lisää kuormitusta tiedonsiirrossa, koska jokaisessa datapaketissa lähetetään ylimääräinen tavo. UMTS:n pakettidatapalvelu ei kuitenkaan käytä PDCP-PDU-numeroa mihinkään tarkoitukseen normaalissa tiedonsiirrossa, vaan sitä hyödynnetään ainoastaan UMTS:n ja GPRS:n välisessä handoverissa sekä UMTS:n sisäisessä handoverissa.

Edelleen ongelmana yllä kuvattussa järjestelyssä on PDCP-PDU-numeroiden luominen RLC-jaksonumeroista. RLC-jaksonumerot määritetään juoksevasti RLC-kerroksen datayksiköille RLC-PDU. Järjestelmän viiveestä johtuen puskurissa voi olla suuri määrä datayksiköitä RLC-PDU. Jos RLC-jaksonumerot kasvavat yli 255:n, joka on suurin kahdeksalla bitillä ilmaistavissa oleva desimaaliluku, voi kaksi tai useampia datapaketteja saada saman PDCP-PDU-numeron, koska RLC-jaksonumeroiden 12:sta bitistä poistetaan neljä eniten merkitsevää bittiä. Tällöin ei vastaanottaja pysty enää yksiselitteisesti määrittämään vastaanotetun datapaketin PDCP-PDU-numeron perusteella kuitattavaa datapakettia eikä handoverin luotettavuutta voida enää varmistaa.

Vielä ongelmaksi voi muodostua mahdollinen pakettidatalähetysten multipleksaaminen PDCP-keroksessa, jolloin PDCP-kerroksen alapuolin RLC-kerros vastaanottaa datapaketteja useilta yhteyksiltä samanaikaisesti.

5 Koska handoverin luotettavuus varmistetaan yhteysperusteisesti, on RLC-jaksonumeroiden määrittäminen useille samanaikaisille yhteyksille erittäin hankalaa ja handoverin luotettavuuden kannalta epävarmaa.

### **Keksinnön lyhyt selostus**

Keksinnön tavoitteena on siten kehittää parannettu menetelmä ja menetelmän toteuttava laitteisto yllä mainittujen haittojen vähentämiseksi.

10 Keksinnön tavoitteet saavutetaan menetelmällä ja järjestelmällä, joille on tunnusomaista se, mitä sanotaan itsenäisissä patenttivaatimuksissa. Keksinnön edulliset suoritusmuodot ovat epäitsenäisten patenttivaatimusten kohteena.

Keksintö perustuu siihen, että käytetään PDCP-kerroksella datapakkien numeroinnissa laskureiden avulla ylläpidettävää "virtuaalista" datapakettinumerointia. Sekä lähettiläjä-PDCP että vastaanottaja-PDCP seuraavat laskureiden avulla siirrettäviä datapaketteja ja vastaanottaja-PDCP kuittaa vastaanotetut datapaketit laskurilukeman avulla, edullisesti normaalilla luotettavalla (acknowledged) tiedonsiirtoa vastaanalla tavalla, jolloin datapakettinumeroida ei tarvitse lainkaan välittää datapakkien mukana. Keksinnön edullisen suoritusmuodon mukaisesti huonoissa lähetysolosuhteissa tai järjestelmän rajoituksista johtuen siirrettäviin datapaketteihin voidaan liittää tietyin aikavälein datapakettinumero, jolloin datapakettinumeroa ei liitetä läheskään jokaisen datapakettiin, mutta datapakettilaskurit voidaan kuitenkin synkronoida.

Keksinnön mukaisen menetelmän ja järjestelmän etuna on, että optimaalisissa lähetystilanteissa luotettava tiedonsiirto voidaan taata ilman, että datapakettinumeroida tarvitsee välittää lainkaan. Epäoptimaalisissa lähetysolosuhteissakin datapakettinumeroida lähetetään vain hyvin harvoissa datapakteissa. Edelleen etuna on se, että kuitattavat ja puskurista poistettavat datapaketit voidaan määrittää yksiselitteisesti. Vielä etuna on se, että eksinnön muista menettelyä voidaan käyttää, paitsi UMTS:n sisäisessä radioaliverkkojärjestelmien välisessä handoverissa, myös UMTS:n ja GPRS:n välisessä handoverissa edellyttäen, että vastaanlainen virtuaalinen datapakettinumerointi otetaan käyttöön myös tulevissa GPRS-versioissa.

### Kuvioiden lyhyt selostus

Keksintöä selostetaan nyt lähemmin edullisten suoritusmuotojen yhteydessä, viitaten oheisiin piirroksiin, joista

- 5 kuvio 1 esittää lohkokaaviona GSM/GPRS-järjestelmän rakennetta;
- 10 kuvio 2 esittää lohkokaaviona UMTS-järjestelmän rakennetta;
- 15 kuviot 3a ja 3b esittävät GPRS:n ja UMTS:n käyttäjädatayhteyksien protokollapinoja;
- 20 kuvio 4 esittää signaalointikaaviona tunnetun tekniikan mukaista handover-prosessia UMTS:stä GPRS-järjestelmään;
- 25 kuvio 5 esittää signaalointikaaviona luotettavaa tiedonsiirtoa ja datapakettien kuittausta PDCP-tiedonsiirrossa;
- 30 kuvio 6 esittää lohkokaaviona PDCP-kerroksen toiminnallista mallia;
- 35 kuvio 7 esittää signaalointikaaviona keksinnön mukaista datapaketti-numeroointia käyttävää luotettavaa tiedonsiirtoa ja datapakettien kuittausta PDCP-tiedonsiirrossa;
- 40 kuvio 8 esittää erään keksinnössä hyödynnettävän datapaketin rakennetta; ja
- 45 kuviot 9a, 9b ja 9c esittävät erilaisia keksinnössä hyödynnettävien datapakettien rakennetta.

### 20 Keksinnön yksityiskohtainen selostus

Keksintöä selostetaan seuraavassa esimerkinomaisesti UMTS- ja GPRS-järjestelmien mukaisten pakettiradiopalvelun yhteydessä. Keksintöä ei kuitenkaan ole rajoitettu vain näihin järjestelmiin, vaan sitä voidaan soveltaa mihin tahansa pakettivälitteiseen tiedonsiirtomenetelmään, joka edellyttää datapakettien kuittausta myöhemmin kuvattavalla tavalla. Keksintöä voidaan erityisesti soveltaa sekä UMTS:n ja GPRS:n välisessä luotettavassa handoverissa että UMTS:n sisäisessä radioaliverkkojärjestelmien välisessä handoverissa (SRNS Relocation). Täten tässä selostuksessa käytettävä termi vastaanottaja-PDCP voidaan ensin mainitussa tapauksessa korvata GPRS:n vastaavalla toiminnolla SNDCP.

Kuvio 1 havainnollistaa, kuinka GPRS-järjestelmä on rakennettu GSM-järjestelmän pohjalle. GSM-järjestelmä käsitteää matkaviestimiä MS (Mobile Station), jotka ovat radioteitse yhteydessä tukiasemiin BTS (Base Transceiver Station). Tukiasemaohjaimeen BSC (Base Station Controller) on kytketty useita tukiasemia BTS, joiden käytettävissä olevia radiotaajuuksia ja

kanavia tukiasemaohjain BSC kontrolloi. Tukiasemaohjaimet BSC ovat puolestaan A-rajapinnan kautta yhteydessä matkaviestinkeskuksen MSC (Mobile Services Switching Center), joka huolehtii yhteydenmuodostuksesta ja puheluiden reitittämisestä oikeisiin osoitteisiin. Tässä käytetään apuna kahta tietokantaa, jotka käsittävät tietoa matkaviestintilaajista: kotitalajarekisteriä HLR (Home Location Register), joka käsittää tiedot matkaviestinverkon kaikista tilaajista sekä näiden tilaamista palveluista ja vierailijarekisteriä VLR (Visitor Location Register), joka käsittää tietoja tietyn matkaviestinkeskuksen MSC alueella vierailevista matkaviestimistä. Matkaviestinkeskus MSC on puolestaan yhteydessä muihin matkaviestinkeskuksiin yhdyskäytävämatkaviestinkeskuksen GMSC (Gateway Mobile Services Switching Center) välityksellä sekä kiinteään puhelinverkkoon PSTN (Public Switched Telephone Network). GSM-järjestelmän tarkemman kuvaukseen osalta viitataan ETSI/GSM spesifikaatioihin sekä kirjaan *The GSM system for Mobile Communications*, M. Mouly and M. Pautet, Palaiseau, France, 1992, ISBN:2-957190-07-7.

GSM-verkkoon kytketty GPRS-järjestelmä käsittää kaksi lähes itse-näistä toimintoa eli yhdyskäytäväsolmun GGSN (Gateway GPRS Support Node) ja operointisolmun SGSN (Serving GPRS Support Node). GPRS-verkko voi käsittää useita yhdyskäytävä- ja operointisolmuja ja tyypillisesti yhteen yhdyskäytäväsolmuun GGSN on kytketty useita operointisolmuja SGSN. Molemmat solmut SGSN ja GGSN toimivat matkaviestimen liikkuvuuden ymmärtävinä reittiminä, jotka huolehtivat matkaviestinjärjestelmän ohjauksesta ja datapakettien reitityksestä matkaviestimiin niiden sijaannista ja käytetystä protokollasta riippumatta. Operointisolmu SGSN on matkaviestinverkon kautta yhteydessä matkaviestimeen MS. Yhteys matkaviestinverkkoon (rajapinta Gb) muodostetaan tyypillisesti joko tukiaseman BTS tai tukiasemaohjaimen BSC kautta. Operointisolmun SGSN tehtävänä on havaita GPRS-yhteyksiin kykenevät matkaviestimet palvelualueellaan, lähettilä ja vastaanottaa datapaketteja kyseisiltä matkaviestimiltä sekä seurata matkaviestimien sijaintia palvelualueellaan. Edelleen operointisolmu SGSN on yhteydessä matkaviestinkeskuksen MSC ja vierailijarekisteriin VLR signalointirajapinnan Gs kautta ja kotirekisteriin HLR rajapinnan Gr kautta. Kotirekisteriin HLR on tallennettu myös GPRS-tietueita, jotka käsittävät tilaajakohtaisten pakettidataprotokollien sisällön.

Yhdyskäytäväsolmu GGSN toimii yhdyskäytävänpä GPRS-verkon ja ulkoisen dataverkon PDN (Packet Data Network) välillä. Ulkoisia dataverkkoja

voivat olla esimerkiksi toisen verkko-operaattorin GPRS-verkko, Internet, X.25-verkko tai yksityinen lähiverkko. Yhdyskäytäväsolmu GGSN on yhteydessä kyseisiin dataverkkoihin rajapinnan Gi kautta. Yhdyskäytäväsolmun GGSN ja operointisolmun SGSN välillä siirrettävät datapaketit ovat aina GPRS-standardin mukaisesti kapseloituja. Yhdyskäytäväsolmu GGSN sisältää myös GPRS-matkaviestimien PDP-osoitteet (Packet Data Protocol) ja reititystiedot ts. SGSN-osoitteet. Reititystietoa käytetään siten datapakettien linkittämiseen ulkoisen dataverkon ja operointisolmun SGSN välillä. Yhdyskäytäväsolmun GGSN ja operointisolmun SGSN välinen GPRS-runkoverkko on IP-yhteiskäytäntöä, edullisesti IPv6 (Internet Protocol, version 6) hyödyntävä verkko.

Pakettivälitteisessä tiedonsiirrossa tietoliikenneverkon tarjoamasta päätelaitteen ja verkko-osoitteen välisestä yhteydestä käytetään yleisesti termiä konteksti. Tällä tarkoitetaan kohdeosoitteiden välistä loogista linkkiä, jonka kautta datapaketteja välitetään kohdeosoitteiden välillä. Tämä looginen linkki voi olla olemassa, vaikka paketteja ei välitetäisikään, jolloin se ei myöskään vie järjestelmän kapasiteettia multa yhteyksiltä. Täten konteksti eroaa esimerkiksi piirikytkentäisestä yhteydestä.

Kuviossa 2 esitetään yksinkertaistetusti, kuinka kolmannen sukupolven UMTS-verkko voidaan rakentaa edelleen kehitetyn GSM-runkoverikon yhteyteen. Runkoverkossa matkaviestinkeskus/vierailijarekisteri 3G-MSC/VLR on yhteydessä kotirekisteriin HLR kautta ja edullisesti myös älyverkon ohjauspisteesseen SCP (Service Control Point). Yhteys operointisolmuun 3G-SGSN muodostetaan rajapinnan Gs' välityksellä ja kiinteään puhelinverkkoon PSTN/ISDN kuten edellä on esitetty GSM:n yhteydessä. Operointisolmusta 3G-SGSN muodostetaan yhteys ulkoisiin dataverkkoihin PDN täysin vastavalla tavalla kuin GPRS-järjestelmässä eli rajapinnan Gn kautta yhdyskäytäväsolmuun GGSN, josta on edelleen yhteys ulkoisiin dataverkkoihin PDN. Sekä matkaviestinkeskukseen 3G-MSC/VLR että operointisolmuleen 3G-SGSN yhteys radioverkkoon UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network) tapahtuu rajapinnan lu välityksellä, joka siis GSM/GPRS-järjestelmään nähdyn yhdistää rajapintojen A ja Gb toiminnallisuuDET, joiden lisäksi rajapinnalle lu voidaan kehittää kokonaan uusia toiminnallisuuksia. Radioverkko UTRAN käsittää useita radioaliverkkojärjestelmiä RNS (Radio Network Subsystems), jotka edelleen muodostuvat radioverkkokontrollereista RNC (Radio Network Controller) ja näihin yhteydessä olevista tukiasemista BS (Base Station), joista

käytetään myös termiä Node B. Tukiasemat ovat radioyhteydessä tilaajapäätelaitteisiin UE (User Equipment), tyyppillisesti matkaviestimiin MS.

Kuviot 3a ja 3b esittävät GPRS:n ja vastaavasti UMTS:n protokollapinoja, joiden mukaisia määrittelyjä käytetään käyttäjädatan välityksessä kyseisissä järjestelmissä. Kuviossa 3a kuvataan matkaviestimen MS ja yhdyskäytäväsolmun GGSN välistä käyttäjädatan siirtoon käytettävää protokollapinoa GPRS-järjestelmässä. Matkaviestimen MS ja GSM-verkon tukiasmajärjestelmän BSS välinen tiedonsiirto radiorajapinnan Um yli tapahtuu normaalilin GSM-protokollan mukaisesti. Tukiasmajärjestelmän BSS ja operointisolmun SGSN välisellä rajapinnalla Gb alin protokollakerros on jätetty avoimeksi ja toisessa kerroksessa käytetään joko ATM- tai Frame Relay- protokollaa. Tämän pääällä oleva BSSGP-kerros (Base Station System GPRS Protocol) lisää välittäviin datapaketteihin reitityksen ja palvelunlaadun määritysten sekä datapakettien kuitaukseen ja Gb-rajapinnan hallintaan liittyviä signaloointeja.

Matkaviestimen MS ja operointisolmun SGSN välinen suora kommunikointi on määritelty kahdessa protokollakerroksessa, SNDCP (Sub-Network Dependent Convergence Protocol) ja LLC (Logical Link Layer). SNDCP-kerroksessa välitetävä käyttäjädata segmentoidaan yhteen tai useampaan SNDC-datayksikköön, jolloin käyttäjädata sekä siihen liittyyvä TCP/IP- tai UDP/IP-otsikkokenttä voidaan optionaalisesti kompressoida. SNDC-datayksiköt välitetään LLC-kehysissä, joihin on lisätty tiedonsiirron kannalta olennaista osoite- ja tarkistusinformaatioita, ja joissa kehysissä SNDC-datayksiköille voidaan suorittaa salaus. LLC-kerroksen tehtävänä on ylläpitää matkaviestimen MS ja operointisolmun SGSN välistä tiedonsiirtoyhteyttä ja huolehtia vahingoittuneiden kehysten uudelleenlähetyksestä. Operointisolmu SGSN vastaa matkaviestimeltä MS tulevien datapakettien reitityksestä edelleen oikealle yhdyskäytäväsolmelle GGSN. Tällä yhteydellä käytetään tunnelointiprotokollaa (GTP, GPRS Tunnelling Protocol), joka koteloii ja tunneloi kaiken GPRS-runkoverkon kautta välitetävän käyttäjädatan ja signaloinnin. GTP-protokollaa ajetaan GPRS-runkoverkon käyttämän IP:n päällä.

UMTS:n pakettivälitteisen käyttäjädatan välityksessä käytettävä kuvion 3b mukainen protokollapino vastaa hyvin pitkälle GPRS:n protokollapinoa, kuitenkin muutamien olennaisin poikkeuksin. Kuten kuviosta 3b nähdään, UMTS:ssä operointisolmu 3G-SGSN ei enää millään protokollakerroksella muodosta suoraa yhteyttä tilaajapäätelaitteesseen UE, kuten matkaviestimeen MS, vaan kaikki tiedonsiirto tapahtuu radioverkon UTRAN kautta. Tällöin ope-

ointisolmu 3G-SGSN toimii lähinnä reitittimenä, joka välittää GTP-protokollan mukaiset datapaketit radioverkolle UTRAN. Radioverkon UTRAN ja tilaaja-päätelaitteen UE välisellä rajapinnalla Uu alemman tason tiedonsiirto fyysisellä kerroksella tapahtuu WCDMA- tai TD-CDMA-protokollan mukaisesti. Fyysisen

- 5 kerroksen päällä olevat RLC- ja MAC-kerrokset vastaavat toiminnoiltaan pitkälti GSM:n vastaavia kerroksia, kuitenkin niin, että LLC-kerroksen toiminnallisuksia on siirretty UMTS:n RLC-kerroksen vastuulle. Näiden päällä oleva PDCP-kerros korvaa GPRS-järjestelmään nähdyn lähinnä SNDCP-kerroksen ja PDCP-kerroksen toiminnallisuudet vastaavat pitkälti SNDCP-kerroksen kä-
- 10 sittämiä toiminnallisuuksia.

Kuvion 4 mukaisessa signalointikaaviossa esitetään tunnetun tekniikan mukainen handover UMTS:stä GPRS:ään. Tällainen handover tapahuu, kun matkaviestin MS siirtyy pakettidatalähetyksen jatkuessa UMTS-solusta GSM/GPRS-soluun, joka käyttää eri operointisolmua SGSN. Tällöin

- 15 matkaviestin MS ja/tai radioverkot BSS/UTRAN tekevät päätkösen handoverin suorittamisesta (vaihe 400). Matkaviestin lähetää uudelle operointisolmulle 2G-SGSN reititysalueen päivityspyyynnön (RA Update Request, 402). Operointisolmu 2G-SGSN lähetää vanhalle operointisolmulle 3G-SGSN matkaviestimen liikkuvuudenhallintaa ja PDP-kontekstia määrittelevän operointisolmun
- 20 kontekstikyselyn (SGSN Context Request, 404). Operointisolmu 3G-SGSN lähetää pakettidatayhteydestä vastuussa olleelle radioaliverkkojärjestelmälle SRNS (Serving RNS), tarkemmin tämän käsittämille radioverkkokontrollereille SRNC (Serving RNC), SRNS-kontekstikyselyn (SRNS Context Request, 406), johon vasteena SRNS lopettaa datapakettien lähetämisen matkaviestimelle
- 25 MS, asettaa lähetettävät datapaketit puskuriin ja lähetää vastauksen (SRNS Context Response, 408) operointisolmulle 3G-SGSN. Tässä yhteydessä radioaliverkkojärjestelmä SRNS mm. määrittää puskuriin asetettaville datapaketeille 8-bittiset PDCP-PDU- eli N-PDU-numerot. Saatuaan tiedon matkaviestimen MS liikkuvuudenhallinta- ja PDP-kontekstitiedoista operointisolmu 3G-
- 30 SGSN ilmoittaa nämä operointisolmulle 2G-SGSN (SGSN Context Response, 410).

Operointisolmu 2G-SGSN voi tarvittaessa suorittaa matkaviestimen autentikoinnin kotirekisteristä HLR (Security Functions, 412). Uusi operointisolmu 2G-SGSN informoi vanhaa operointisolmua 3G-SGSN siitä, että on

- 35 valmis vastaanottamaan aktivoitujen PDP-kontekstien datapaketteja (SGSN Context Ack, 414), johon vasteena operointisolmu 3G-SGSN pyytää radioali-

verkkojärjestelmää SRNS (SRNS Context Ack, 416a) lähetetään puskurissa olevat datapaketit operointisolmulle 3G-SGSN (Forward Packets, 416b), joka edelleen lähetää ne operointisolmulle 2G-SGSN (Forward Packets, 418). Operointisolmu 2G-SGSN suorittaa GPRS-järjestelmän mukaisen PDP-  
5 kontekstin päivityksen yhdyskäytäväsolmun GGSN kanssa (Update PDP Context Request/Response, 420). Tämän jälkeen operointisolmu 2G-SGSN informoi kotirekisteriä HLR uudesta operointisolmusta (Update GPRS Location, 422), jolloin vanhan operointisolmun 3G-SGSN ja radioaliverkkojärjestelmän SRNS muodostama yhteys puretaan (424a, 424b, 424c, 424d), uudelle  
10 operointisolmulle 2G-SGSN välitetään tarvittavat tilaajatiedot (426a, 426b) ja kotirekisteri HLR kuittaa uuden operointisolmun 2G-SGSN (Update GPRS Location Ack, 428).

Tämän jälkeen operointisolmu 2G-SGSN tarkistaa matkaviestimen MS tilaajaoikeudet ja sijainnin alueellaan sekä luo loogisen linkin operointisol-  
15 mun 2G-SGSN ja matkaviestimen MS välille, jonka jälkeen matkaviestimen MS pyytämä reititysalueen päivityspyyntö voidaan hyväksyä (RA Update Accept, 430). Tässä yhteydessä matkaviestimelle MS lähetetään myös tieto on-nistuneesti vastaanotetuista datapaketeista, jotka matkaviestin MS on lähetännyt UMTS-järjestelmän radioaliverkkojärjestelmälle SRNS ennen handover-  
20 prosessin aloittamista. Mainitut datapaketit on identifioitu edellä kuvatulla tavalla muodostetuista PDCP-PDU-numeroista. Matkaviestin MS kuittaa reititysalueen päivityspyyynnön hyväksymisen (RA Update Complete, 432), jossa yhteydessä operointisolmulle 2G-SGSN lähetetään tieto matkaviestimen MS on-nistuneesti vastaanottamista datapaketeista, jotka operointisolmu 3G-SGSN  
25 on lähetännyt radioaliverkkojärjestelmän SRNS kautta ennen handover-prosessin aloittamista. Matkaviestin MS identifioi datapaketit 8-bittisillä N-PDU-numeroilla. Tämän jälkeen uusi operointisolmu 2G-SGSN voi aloittaa datapakkettienvälityksen tukiasemajärjestelmän BSS kautta (434).

8-bittisten PDCP-PDU-numeroiden muodostamista 12-bittisistä  
30 RLC-jaksonumeroista ja siitä aiheutuvia ongelmia havainnollistetaan seuraavalla taulukolla.

Bit nr.	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
94	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0
350	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0
606	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0
862	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0

Taulukosta nähdään esimerkinomaisesti, kuinka 12-bittisesti esitetyt desimaaliluvut 94, 350, 606 ja 862 muutetaan edellä kuvatulla menettelyllä 8-bittisiksi. Koska muunnoksessa otetaan huomioon vain kahdeksan vähiten merkitsevää bittiä, kaikille mainitulle luvuille muodostuu sama 8-bittinen binäärriesitys. Näin ollen, jos puskurissa on lähes 900 datayksikköä RLC-PDU, saavat edellä mainitut RLC-jaksonumerot omaavat datayksiköt saman 8-bittisen esityksen. Kun vastaanottaja kuittaa lähettiläälle onnistuneesti vastaanotetut datapaketit, ei lähettilä voi kuitattujen 8-bittisten numeroiden perusteella yksiselitteisesti tietää, mikä datapaketti voidaan poistaa puskurista.

Kuviossa 5 esitetään, kuinka tiedonsiirron kuitaus ja datapakettien kulku tapahtuu käytettäessä kuitattua lähetystä PDCP-tiedonsiirrossa. PDCP-entiteetti vastaanottaa lähettiläältä pyynnön (PDCP-DATA.request, 500) datapakettien lähetämiseksi, jonka pyynnön yhteydessä vastaanotetaan myös datapaketteja PDCP-SDU (Service Data Unit), joista verkkokerroksen datapaketteina käytetään myös nimitystä N-SDU. PDCP-entiteetti suorittaa datapakettien otsikkokentän kompressoinnin ja lähetää näin syntyvät datapaketit PDCP-PDU RLC-kerrokselle (RLC-AM-DATA.request, 502) yhdessä radiolin-kin identiteettitietojen kanssa. RLC-kerros vastaa datapakettien PDCP-PDU lähetämisestä (send, 504) ja onnistuneen lähetysten kuitauksesta (send ack, 506). Datapaketit N-SDU asetetaan PDCP-entiteetissä puskuriin, josta ne poistetaan vasta, kun RLC-kerrokselta saadaan kuitaus (RLC-AM-DATA.conf, 508) onnistuneesta datapakettien siirrostasta vastaanottajalle. Vastaanottaja-PDCP vastaanottaa lähetetyt PDCP-PDU:t RLC-kerrokselta (RLC-AM-DATA.indication, 510), jolloin PDCP-entiteetti suorittaa datapakettien PDCP-PDU dekompressoinnin. Näin saadaan palautettua alkuperäiset datapaketit N-SDU, jotka siirretään edelleen käyttäjälle (PDCP-DATA.indication, 512).

Kuviossa 6 esitetään PDCP-kerroksen toiminnallinen malli, jossa kullekin päätelaitetyheydelle on määritelty yksi PDCP-entiteetti. Koska nykyissä järjestelmässä jokaiselle päätelaitetyheydelle on määritelty omat PDP-

kontekstit, määrätyy myös jokaiselle PDP-kontekstille yksi PDCP-entiteetti, jolle on edelleen RLC-kerroksessa määritetty tietty RLC-entiteetti. GPRS-järjestelmässä N-PDU-numeroointi tehdään PDP-kontekstipohjaisesti, minkä vuoksi samaa periaatetta on ehdotettu myös UMTS-järjestelmään, jolloin

5 PDCP-kerros tekisi vastaan datapakettien numeroinnin PDCP-entiteettipohjaisesti. Tällöin käytämällä samanlaista numeroointia sekä GPRS:ssä että UMTS:ssä ei järjestelmien välisessä handoverissa pitäisi muodostua ongelmia. Kuitenkin tästä aiheutuva yhden ylimääräisen tavun lisääminen jokaiseen PDCP-datapakettiin kuluttaa UMTS-järjestelmän siirtokapasiteettia, varsinkin kun tästä ylimääräistä tavua tarvitaan vain UMTS:n ja GPRS:n

10 välisessä handoverissa sekä UMTS:n sisäisessä radioaliverkkojärjestelmien välisessä handoverissa.

Lisäksi PDCP-kerros voidaan periaatteessa toiminnallisesti toteuttaa myös siten, että useita PDP-konteksteja multipleksataan PDCP-kerroksessa, jolloin PDCP-kerroksen alapuolisessa RLC-kerroksessa yksi RLC-entiteetti vastaanottaa datapaketteja useilta päätelaitetyeyksiltä samanaikaisesti. Tällöin PDCP-entiteettipohjaisesti määritetyt datapakettinumerot sekoittuvat RLC-kerroksessa ja useilta päätelaitetyeyksiltä tulevia datapaketteja on hankala erottaa toisistaan, varsinkin jos datapakettinumerointi perustuu

20 RLC-jaksonumerointiin.

Häviötöntä handoveria, jossa datapaketteja ei hukata handoverprosessissa, edellytetään luotettavassa tiedonsiirrossa, jossa käytetään kuitattua lähetystä. UMTS-järjestelmän kannalta tämä asettaa RLC-kerrokselle tiettyjä edellytyksiä: RLC-kerros tulee olla kuitausmoodissa ja RLC:n tulee

25 pystyä lähettämään datapaketit oikeassa järjestyksessä. Jos nämä ehdot toteutuvat, voidaan luotettava handover UMTS:stä GPRS:ään suorittaa keksinnön edullisen suoritusmuodon mukaisesti ilman, että datapakettinumeroita tarvitsee välittää lainkaan.

Keksinnön mukaisesti pakettidataayteiden ensimmäiselle datapaketeille määritetään PDCP-PDU-jaksonumero, jolle asetetaan laskuriin alkuvoksi jokin ennalta määritetty lukuarvo, kuten 0, sekä yhteyden lähettäjä-PDCP:hen että vastaanottaja-PDCP/SNDCP:hen. Keksintöä voidaan edullisesti soveltaa sekä UMTS:n ja GPRS:n välisessä luotettavassa handoverissa että UMTS:n sisäisessä radioaliverkkojärjestelmien välisessä handoverissa

35 (SRNS Relocation). Täten tässä selostuksessa käytettävä termi vastaanottaja-

PDCP voidaan ensin mainitussa tapauksessa korvata GPRS:n vastaavalla toiminnolla SNDCP.

Keksinnön mukaista menettelyä havainnollistetaan seuraavassa kuvion 7 avulla. Kun lähettiläjä-PDCP vastaanottaa (700) datapaketin PDCP-SDU lähettiläältä, se asettaa datapaketin PDCP-SDU puskuriin ja liittää loogisesti kyseiseen datapakettiin PDCP-PDU-jaksonumeron (702). Lähettiläjä-PDCP siirtää datapaketin PDCP-PDU ja siihen loogisesti liitetyn PDCP-PDU-jaksonumeron RLC-kerrokselle (704) ja lisää PDCP-PDU-jaksonumeron arvoa määrittävää laskuria yhdellä (706). RLC-kerros voi myös optionaaliseksi määrittää PDCP-PDU-jaksonumeron ja datapaketin viimeisen RLC-jaksonumeron välisen suhteen ja tallentaa sen muistiin (708). RLC-kerros vastaa datapaketien PDCP-PDU siirrosta lähettiläjän ja vastaanottajan välillä (710), jotka datapaketit PDCP-PDU on pilkottu siirtoa varten datayksiköiksi RLC-PDU ja numeroitu RLC-jaksonumeroilla. Kun vastaanottaja-PDCP vastaanottaa (712) RLC-kerrokselta tulevan datapaketin PDCP-PDU, se lisää vastaanotettujen datapakkettien PDCP-PDU-jaksonumeroiden arvoa määrittävää laskuria yhdellä (714) ja siirtää datapaketin PDCP-SDU seuraavalle kerrokselle (716). RLC-kerroksella lähetetään kuittaus onnistuneesti vastaanotetusta datapaketista lähettiläälle (718), jonka kuitauksen lähettiläjä-RLC siirtää lähettiläjä-PDCP:lle (720). Vasteena kuitaukseen, lähettiläjä-PDCP poistaa kyseisen datapaketin PDCP-SDU puskurista (722). Oikean poistettavan datapaketin PDCP-SDU määritäminen tapahtuu edullisesti datapakettiin loogisesti liitetyn PDCP-PDU-jaksonumeron avulla.

Täten eksinnön mukainen datapakettien numerointi tapahtuu edullisesti "virtuaaliseksi" siten, että datapaketteihin ei liitetä lainkaan erillisia datapakettinumerooita, vaan laskureiden avulla päivitetään siirrettyjä datapaketteja ja vastaanottaja-PDCP ja lähettiläjä-PDCP voivat varmistua datapakettien onnistuneesta siirrosta laskureiden arvojen perusteella. Näin ollen optimaalisessa tapauksessa eksinnön mukainen datapakettien kuittaus saadaan myös handover-prosessissa vastaamaan edellä kuvattua datapakettien kuittausta normaalissa PDCP-tiedonsiirtossa. Itse handover-prosessi voidaan suorittaa tunnetun tekniikan mukaisesti, esimerkiksi kuten edellä on kuvattu kuvion 4 yhteydessä. On huomattava, että vaikka eksintöä on edellä havainnollistettu handover-prosessin yhteydessä, voidaan eksinnön mukaista "virtuaalista" datapakettinumerointia käyttää myös normaalissa luotettavassa tiedonsiirrossa.

sa, jossa vastaanottaja ja lähettiläjä pysyvät koko ajan samoina, kun taas handover-prosessissa toinen taho muuttuu.

Joissakin häiriötilanteissa, kuten verkon ruuhkatilanteissa tai radiosiirotien häiriöstä johtuen, RLC-kerros ei voi taata luotettavaa tiedonsiirtoa.

- 5 Lähettiläjä-RLC:lle on tyypillisesti määritelty maksimiarvo, joko uudelleenlähetysten lukumääränä tai aikajaksona, jonka ajan lähettiläjä-RLC yrittää lähettiläjää samaa datapakettia uudestaan. Jos maksimiarvo ylitetään, RLC-kerros informoi tästä vastaanottaja-PDCP:tä. Lähettiläjä-PDCP poistaa vastaavan datapaketin puskurista seuraavan onnistuneen datapakettilähetyksen yhteydessä.
- 10 Näin tapahtuu myös silloin, kun useampi peräkkäinen datapaketti on kadonnut. Kadonneet datapaketit poistetaan puskurista vasta, kun saadaan kuitaus seuraavasta onnistuneesta lähetetystä datapaketista. Jos RLC-kerros pystyy ilmoittamaan kaikista hukkuneista datapaketeista PDCP-kerrokselle, pystyy vastaanottaja-PDCP päivittämään PDCP-PDU-jaksonumeroa oikein, jolloin lähettiläjä-PDCP:n ja vastaanottaja-PDCP:n jaksonumerolaskurit pysyvät synkronoituina. Kuitenkin joissakin häiriötilanteissa RLC-kerros ei pysty takaamaan kadonneiden datapakettien informoimista PDCP-kerrokselle, jolloin PDCP-PDU-jaksonumerolaskurit lähettiläjä-PDCP:ssä ja vastaanottaja-PDCP:ssä voivat joutua epäsynkronioon.

- 20 Tämä epäsynkronoituminen voidaan korjata keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaisesti siten, että datapakettien PDCP-PDU mukana lähetetään tietyn aikavälein myös PDCP-PDU-jaksonumero. Kun vastaanottaja-PDCP saa lähetetyn datapaketin PDCP-PDU ja siihen liitetyn PDCP-PDU-jaksonumeron, se vertaa PDCP-PDU-jaksonumeroa laskurin arvoon ja tarvittaessa päivittää laskurin arvon vastaamaan vastaanotetun datapaketin PDCP-PDU-jaksonumeroa. PDCP-PDU-jaksonumeron liittäminen datapakettiin PDCP-PDU voidaan edullisesti määritellä järjestelmän asetuksilla, jolloin PDCP-PDU-jaksonumero voidaan liittää esimerkiksi joka kymmenenteen tai joka sadanteen datapakettiin PDCP-PDU. PDCP-PDU-jaksonumeron liittäminen datapakettiin PDCP-PDU voidaan myös määritellä tapahtuvaksi aina jonkin tietyn prosessin yhteydessä, kuten edellä kuvatun datapaketin hylkäyksen jälkeen RLC-kerroksella tai jonkin handover-prosessin jälkeen. PDCP-PDU-jaksonumeroa ei täten huonoissakaan lähetysolosuhteissa tarvitse liittää jokaiseen datapakettiin, vaan järjestelmän uudelleen synkronoituminen voidaan edullisesti taata lähettiläällä PDCP-PDU-jaksonumero vain joissakin, edullisesti hyvin harvoissa datapaketeissa. Edellä kuvattussa tilanteessa ei tieteen-

kään tapahdu luotettavaa tiedonsiirtoa, koska datapaketteja saattaa kadota, mutta datapakettien lähetystä voidaan kuitenkin jatkaa, koska lähettilä ja vastaanottaja saadaan nopeasti synkronoitua.

Kuviossa 8 esitetään keksinnön mukainen eräs PDCP-kerroksen

- 5 datapaketin PDCP-PDU rakenne. Keksinnön mukaista datapakettia PDCP-PDU voidaan käyttää sekä jätettäessä PDCP-PDU-jaksonumero pois datapaketista että liittääessa se mukaan järjestelmän määrittämän tietyn aikavälein. Datapaketin PDCP-PDU ensimmäinen tavu käsittää yhden bitin (N), jonka bitin arvolla ilmaistaan, liitetäänkö datapakettiin PDCP-PDU PDCP-PDU-
- 10 jaksonumero vai ei. O-bitti ilmaisee, käytetäänkö datapaketin PDCP-PDU luomisessa optimointialgoritmia. Jos O-bitti saa arvon 1, optimointia käytetään ja se määritellään tarkemmin 12 bittiä käsittävällä optimointikentällä (OPT), joka käsittää datapaketin PDCP-PDU ensimmäisestä tavusta neljä bittiä ja toisen tavun kokonaan. Optimointikentän arvoilla määritetään mm. käytettävä otsik-
- 15 kokentän kompressointitapa ja datapaketin tyyppi. Vastaanottaja-PDCP osaa optimointikentän arvojen perusteella suorittaa datapaketille vastakkaiset toimenpiteet, kuten otsikkokentän dekompressoinnin. Optimointikentälle ei ole olemassa etukäteen määriteltyjä arvoja, vaan ne sovitaan aina erikseen lähettiläjän ja vastaanottajan välissä PDCP-parametrieneen neuvottelussa. Yhden
- 20 tavun eli kahdeksan bittiä käsittävä PDCP-PDU-jaksonumerokenttä on optioaalinen ja sitä käytetään, jos N-bitti saa arvon 1. Tällöin siis datapakettiin PDCP-PDU liitetään mukaan PDCP-PDU-jaksonumero. Näiden määritysten perään liitetään datapaketissa lähetettävä varsinainen käyttäjädata.

Edellä kuvattu datapakettirakenne on siis vain eräs esimerkki siitä,

- 25 miten keksinnön mukainen PDCP-PDU-datapaketti voidaan luoda. Vaihtoehtoisesti ylemmiltä sovellustason kerroksilta tulevien datapakettien PDCP-SDU käsittämä informaatio voidaan välittää PDCP-kerrokselta eteenpäin kolmen erilaisten datapaketin PDCP-PDU avulla: PDCP-No-Header-PDU, PDCP-Data-PDU ja PDCP-SeqNum-PDU. Näitä on havainnollistettu vastaavasti kuvioissa
- 30 9a, 9b ja 9c.

Kuvion 9a mukaisesti PDCP-No-Header-PDU käsittää pelkästään dataa eli ylemmiltä kerroksilta vastaanotetun PDCP-SDU:n sellaisenaan. Täten PDCP-kerros ei lisää PDCP-SDU:hun mitään informaatiota, jolloin koko PDCP-PDU käytetään hyötykuorman välittämiseen. Täten PDCP-No-Header-PDU:ta voidaan edullisesti käyttää edellä kuvattussa luotettavassa tiedonsiirrossa, jossa datapakettinumerointia ylläpidetään laskureiden avulla.

Kuvion 9b mukaiseen PDCP-Data-PDU:hun on lisätty yksi tavu (8 bittiä) ilmaisemaan kyseessä oleva PDU-tyyppi sekä PDCP-SDU:n otsikkokenttään sovellettavaa kompressointimenetelmää. PDCP-kerroksen tehtäviin kuuluukin kanavatehokkuuden parantamiseen liittyvät toiminnot, jotka perustuvat tyypillisesti datapakettien otsikkokenttien optimointiin erilaisten kompressointialgoritmien avulla.

Myös kuvion 9c mukaisessa PDCP-SqNum-PDU:ssa on vastaava ylimääräinen tavu PDU-tyyppin sekä PDCP-SDU:n otsikkokenttään sovellettavan kompressointimenetelmän ilmaisemiseen, minkä lisäksi siihen on liitetty kahden tavun eli 16 bitin mittainen PDCP-PDU-jaksonumero. Sekä PDCP-Data-PDU:ssa että PDCP-SqNum-PDU:ssa PDU-tyyppi ilmaistaan kolmella bitillä ja sillä siis erotellaan PDCP-Data-PDU ja PDCP-SqNum-PDU toisiaan. Käytettävä kompressointimenetelmä ilmaistaan viidellä bitillä.

Eräs PDCP-kerroksen tehtävistä on datapakettien PDCP-PDU ja tarvittaessa niihin liittyvien PDCP-jaksonumeroiden välittäminen uudelle radioaliverkkojärjestelmälle UMTS:n sisäisessä radioaliverkkojärjestelmien välisesä handoverissa (SRNS Relocation). Handoverin yhteydessä edellä kuvatut häiriötilanteet voivat aiheuttaa datapakettilaskureiden epäsynkronoitumisen ja tilanteen, jossa lähettiläjä-PDCP on lähettynyt datapaketin (esim. PDCP-Header-PDU), mutta kyseinen datapaketti ei olekaan siirrynyt uudelle vastaanottaja-PDCP:lle. Kun uudelleenlähetysten maksimiarvo on ylitetty, lopetetaan datapakettien hylkäystoiminto RLC-kerroksella. Lähettiläjä-RLC informoi tästä lähettiläjä-PDCP:tä, jolloin lähettiläjä-PDCP poistaa mainitun datapaketin puskurista. Tämän seurauksena vastaanottaja-PDCP odottaa datapakettia, jota ei enää ole lähettiläjä-PDCP:n puskurissa, jolloin datapakettilaskureiden synkronointi ei onnistu. Tällainen virhetilanne saattaa johtaa päätelaitetyyden purkamiseen.

Erään edullisen suoritusmuodon mukaisesti tällöin lähettiläjä-PDCP ohjataan lähetämään ensimmäinen puskurissa oleva datapaketti siten, että se käsittää myös datapakettinumeron, ts. käytetään PDCP-SqNum-PDU-datapakettia. Täten vastaanottaja-PDCP synkronoi datapakettilaskurinsa lähettiläjä-PDCP:n kanssa käyttäen hyväksi vältettyä datapakettinumeroa, jolloin synkronointi saavutetaan nopeimmalla mahdollisella tavalla. Lisäksi tiedonsiirtoa voidaan jatkaa heti, kun laskurit on synkronoitu eikä päätelaitetyyttä jouduta purkamaan, jolloin saatettaisiin menettää vielä suurempi määrä informaatiota. Synkronoinnin jälkeen tiedonsiirtoa voidaan jatkaa käyttäen pääte-

laiteyhteydelle määritettyä datapakettiformaattia, kuten PDCP-No-Header-PDCP-datapaketteja.

Alan ammattilaiselle on ilmeistä, että tekniikan kehittyessä keksinnön perusajatus voidaan toteuttaa monin eri tavoin. Keksintö ja sen suoritus-  
5 muodot eivät siten rajoitu yllä kuvattuihin esimerkkeihin vaan ne voivat vaihdella patenttivaatimusten puitteissa.

### Patenttivaatimukset

1. Menetelmä datapakettien siirrossa pakettivälitteisessä tietoliikennejärjestelmässä, jonka tietoliikenneprotokolla käsitteää konvergenssiprotokollakerroksen (PDCP, SNDCP) käyttäjädatapakettien muokkaamiseksi konvergenssiprotokollapaketteihin ja linkkikerroksen (RLC, LLC) konvergenssiprotokollapakettien (PDCP-PDU) lähettämiseksi datayksikköinä (RLC-PDU) ja lähetysten kuittaamiseksi, tunnettu siitä, että
  - määritetään lähetettäville konvergenssiprotokollapaketeille datapakettinumero laskurin avulla,
- 10 siirretään lähetettävät konvergenssiprotokollapaketit linkkikerrokseen lähetettäväksi,
  - määritetään vastaanotetuille konvergenssiprotokollapaketeille datapakettinumero laskurin avulla ja
    - kuitataan vastaanotetut konvergenssiprotokollapaketit.
- 15 2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että
  - vastaanotetaan lähetäjän konvergenssiprotokollakerroksella käyttäjädatapaketti,
  - tallennetaan käyttäjädatapaketti puskuriin ja määritetään lähetäjän datapaketille konvergenssiprotokollapakettinumero lähetäjän laskurin alkuvarvona,
  - 20 määritetään konvergenssiprotokollapaketti ja siihen linkitetty konvergenssiprotokollapakettinumero linkkikerrokselle ja lisätään lähetäjän laskurin arvoa yhdellä,
  - 25 lähetetään konvergenssiprotokollapaketti lähetäjän linkkikerrokselta ilman konvergenssiprotokollapakettinumeroa vastaanottajan linkkikerrokselle,
    - siirretään vastaanotettu konvergenssiprotokollapaketti vastaanottajan linkkikerrokselta konvergenssiprotokollakerrokselle ja lisätään vastaanottajan laskurin arvoa yhdellä,
  - 30 lähetetään vastaanottajan linkkikerrokselta kuitaus lähetäjän linkkikerrokselle konvergenssiprotokollapaketin vastaanotosta ja
    - poistetaan käyttäjädatapaketti puskurista vasteena sille, että kuitaus konvergenssiprotokollapaketin vastaanotosta siirretään lähetäjän konvergenssiprotokollakerrokselle.
  - 35 3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että

liitetään lähetäjän laskurin määrittämä konvergenssiprotokollapakettinumero ennalta määritetyin välein linkkikerroksella lähetettäväen konvergenssiprotokollapaketin vasteena sille, että linkkikerros ei pysty takaamaan konvergenssiprotokollapaketin luotettavaa lähetystä,

5        verrataan vastaanottajan laskurin arvoa vastaanotetun konvergenssiprotokollapaketin konvergenssiprotokollapakettinumeroon ja

      päivitetään vastaanottajan laskurin arvo vastaamaan mainittua konvergenssiprotokollapakettinumeroa vasteena sille, että arvot ovat erisuuria.

10      4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että

      liitetään lähetäjän laskurin määrittämä konvergenssiprotokollapakettinumero lähetettäväen konvergenssiprotokollapaketin vasteena ennalta määrätyyn tietoliikennejärjestelmän prosessin, kuten datapaketin hylkäyksen tai yhteysvastuuun siirron, suorittamiselle.

15      5. Patenttivaatimuksen 3 tai 4 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että

      poistetaan kuittaamattomat käyttäjädatapaketit puskurista vasteena sille, että vastaanottajalta lähetetään kuitaus lähetäjälle kuittaamattomien käyttäjädatapaketin jälkeen lähetettyä käyttäjädatapakettia vastaavan konvergenssiprotokollapaketin vastaanotosta.

20      6. Patenttivaatimuksen 3 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että

      liitetään lähetäjän laskurin määrittämä konvergenssiprotokollapakettinumero lähetäjän puskurissa ensimmäisenä olevaan konvergenssiproto-  
25 kollapaketin vasteena sille, että lähetäjän puskurista on poistettu ainakin yksi kuittaamaton käyttäjädatapaketti linkkikerroksella ennalta määritellyn uudelleenlähetysten maksimiarvon ylityttyä.

      7. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että

30      mainittu tietoliikennejärjestelmä on kuitattua lähetystä käytävä pakettivälitteinen matkaviestinjärjestelmä, kuten UMTS- tai GPRS-järjestelmä.

      8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että

      menetelmää sovelletaan UMTS:n ja GPRS:n välisessä yhteysvas-  
35 tuun siirrossa.

9. Patenttivaatimuksen 7 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että

menetelmää sovelletaan UMTS:n radioaliverkkojärjestelmien välisessä yhteysvastuun siirrossa.

5        10. Pakettivälitteinen tietoliikennejärjestelmä, joka käsittää pääte-laitteen (MS, UE) ja kiinteän verkon, joka käsittää pakettivälitteistä tiedonsiirtoa tukevan verkkoelementin (SGSN, SRNC), jossa tietoliikennejärjestelmässä datapaketteja on järjestetty lähetettäväksi päätelaitteen ja verkkoelementin väillä ja jonka tietoliikennejärjestelmän tietoliikennerprotokolla käsittää konver-

10      15      gensiprotokollakerroksen (PDCP, SNDCP) käyttäjädatapakettien muokkaamiseksi konvergenssiprotokollapaketteihin (PDCP-PDU) ja linkkikerroksen (RLC, LLC) konvergenssiprotokollapakettien lähetämiseksi datayksikköinä (RLC-PDU) ja lähetyksen kuittaamiseksi, tunnettu siitä, että päätelaitteen ja verkkoelementin välisessä datapakettien siirrossa

15      lähetettäville konvergenssiprotokollapaketeille on järjestetty määritettäväksi datapakettinumero laskurin avulla,

lähetettävät konvergenssiprotokollapaketit on järjestetty siirrettäväksi linkkikerokselle lähetettäväksi,

20      vastaanotetuille konvergenssiprotokollapaketeille on järjestetty määritettäväksi datapakettinumero laskurin avulla ja

vastaanotetut konvergenssiprotokollapaketit on järjestetty kuitattavaksi.

11. Patenttivaatimuksen 10 mukainen tietoliikennejärjestelmä, tunnettu siitä, että

25      lähetäjän konvergenssiprotokollakerros on järjestetty vastaanottamaan käyttäjädatapaketin,

käyttäjädatapaketti on järjestetty tallennettavaksi puskuriin ja käyttäjädatapaketille on järjestetty määritettäväksi konvergenssiprotokollapaketti-numero lähetäjän laskurin alkuarvona,

30      konvergenssiprotokollapaketti ja siihen linkitetty konvergenssiprotokollapakettinumero on järjestetty siirrettäväksi linkkikerokselle ja lähetäjän laskurin arvoa on järjestetty lisättäväksi yhdellä,

35      konvergenssiprotokollapaketti on järjestetty lähetettäväksi lähetäjän linkkikerokselta vastaanottajan linkkikerokselle ilman konvergenssiproto-kollapakettinumeroa,

vastaanotettu konvergenssiprotokollapaketti on järjestetty siirrettäväksi vastaanottajan linkkikerrokselta konvergenssiprotokollakerrokselle ja vastaanottajan laskurin arvoa on järjestetty lisättäväksi yhdellä.

vastaanottajan linkkikerrokselta on järjestetty lähetettäväksi kuittaus

5 lähettiläjän linkkikerrokselle konvergenssiprotokollapaketin vastaanotosta ja käyttäjädatapaketti on järjestetty poistettavaksi puskurista vasteenasille, että kuittaus konvergenssiprotokollapaketin vastaanotosta siirretään lähettiläjän konvergenssiprotokollakerrokselle.

12. Patenttivaatimuksen 11 mukainen tietoliikennejärjestelmä

10 tunnettu siitä, että

lähettiläjin laskurin määrittämä konvergenssiprotokollapakettinumeron järjestetty liitettäväksi ennalta määritetyin välein lähetetään konvergenssiprotokollapakettiin vasteenä sille, että linkkikerros ei pysty takaamaan konvergenssiprotokollapakettien luotettavaa lähetystä.

15 vastaanottajan laskurin arvo on järjestetty verrattavaksi vastaan-  
otetun konvergenssiprotokollapaketin konvergenssiprotokollapakettinumeroon  
ja

vastaanottajan laskurin arvo on järjestetty päivitetäväksi vastaanmaan mainittua konvergenssiprotokollapakettinumeroa vasteena sillä, että arvot ovat erisuuria.

13. Patenttivaatimuksen 12 mukainen tietoliikennejärjestelmä, tunnettu siitä, että

lähtääjän laskurin määrittämä konvergenssiprotokollapakettinumeron järjestetty liitettäväksi lähetettävään konvergenssiprotokollapakettiin vasteenä ennalta määritetyn tietoliikennejärjestelmän prosessin, kuten datapaikkein hylkäyksen tai yhteysvastuun siirron suorittamiselle

14. Patenttivaatimuksen 12 tai 13 mukainen tietoliikennejärjestelmä, tunnettu siitä, että

30 kuittaamattomat käyttäjädatapaketit on järjestetty poistettavaksi puskurista vasteenä sille, että vastaanottajalta lähetetään kuitaus lähtöjälle kuittaamattomien käyttäjädatapakettien jälkeen lähetettyä käyttäjädatapakettia vastaan konvergenssiprotokollapaketin vastaanotosta

15. Jonkin patenttivaatimuksen 10 - 14 mukainen tietoliikennejärjestelmä tunnettu siitä, että

35 mainittu tietoliikennejärjestelmä on kuitattua lähetystä käyttävä pa-  
kettivälitteinen matkaviestintäjärjestelmä, kuten UMTS- tai GPRS-järjestelmä

16. Patenttivaatimuksen 15 mukainen tietoliikennejärjestelmä,  
tunnetaan siitä, että

konvergenssiprotokollapakettinumero on järjestetty määritettäväksi  
laskurin avulla UMTS:n ja GPRS:n välisessä yhteysvastuuun siirrossa.

5 17. Patenttivaatimuksen 15 mukainen tietoliikennejärjestelmä,  
tunnetaan siitä, että

konvergenssiprotokollapakettinumero on järjestetty määritettäväksi  
laskurin avulla UMTS:n radioaliverkkojärjestelmien välisessä yhteysvastuuun  
siirrossa.

**(57) Tiivistelmä**

Menetelmä datapakettien numeroimiseksi kuitattua lähetystä käytävässä pakettivälitteisessä tietoliikennejärjestelmässä, jonka tietoliikenneprotokolla käsittää konvergenssiprotokollakerroksen käyttäjädatapakettien muokkaamiseksi konvergenssiprotokollapaketteihin ja linkkikerroksen konvergenssiprotokollapakettien lähetämiseksi datayksikköinä ja lähetynksen kuittaamiseksi. Lähetettäville konvergenssiprotokollapaketeille määritetään datapaketti-numero laskurin avulla ja lähetettävät konvergenssiprotokollapaketit siirretään linkkikerrokselle lähetettäväksi ilman datapakettinumeroa. Vastaanotetuille konvergenssiprotokollapaketeille määritetään myös datapakettinumero laskurin avulla ja vastaanotetut konvergenssiprotokollapaketit kuitataan lähetäjälle.

(Kuvio 7)

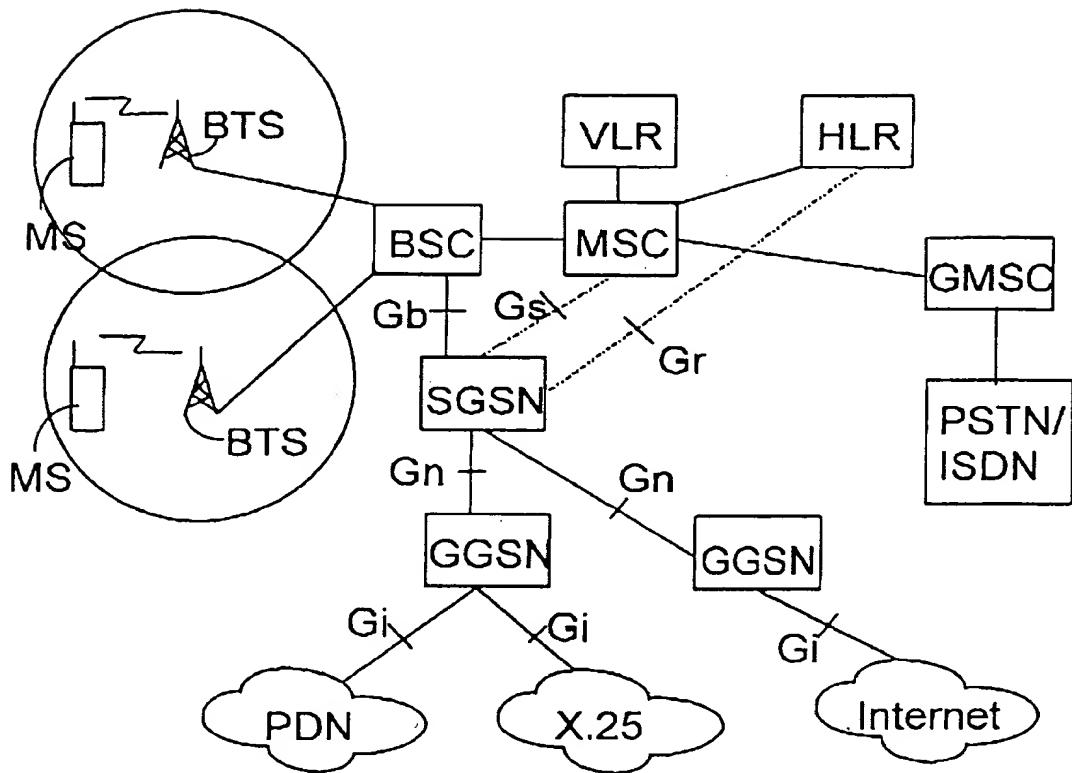


FIG. 1

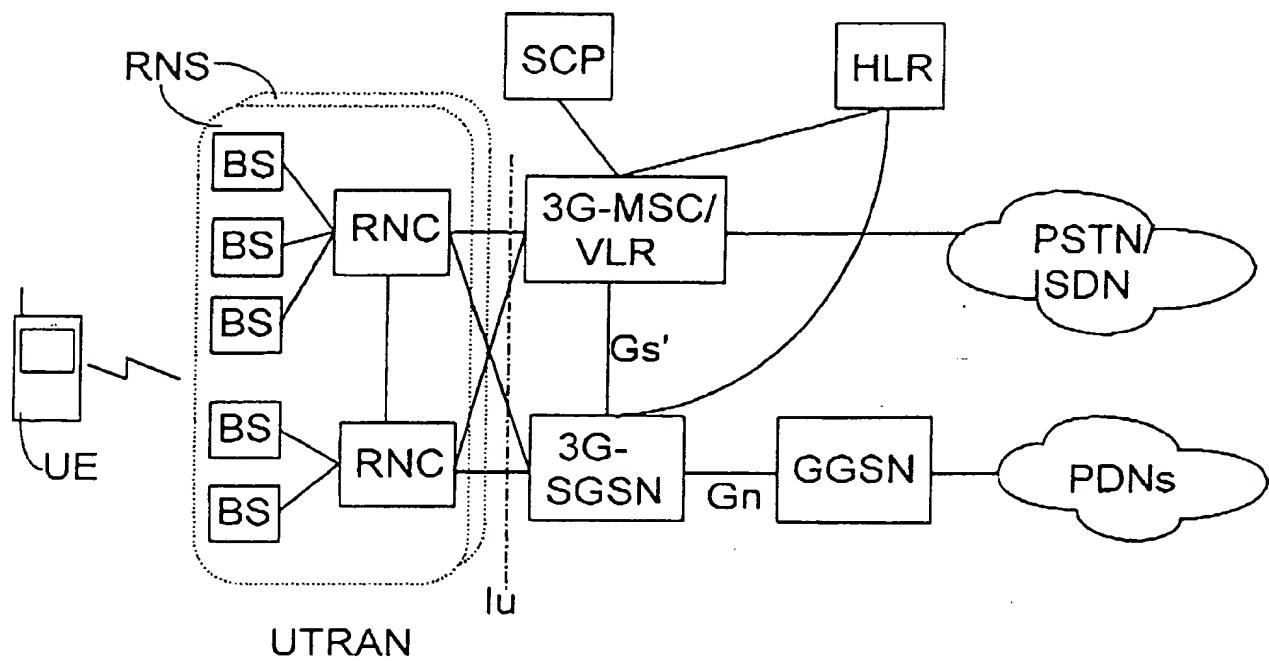


FIG. 2

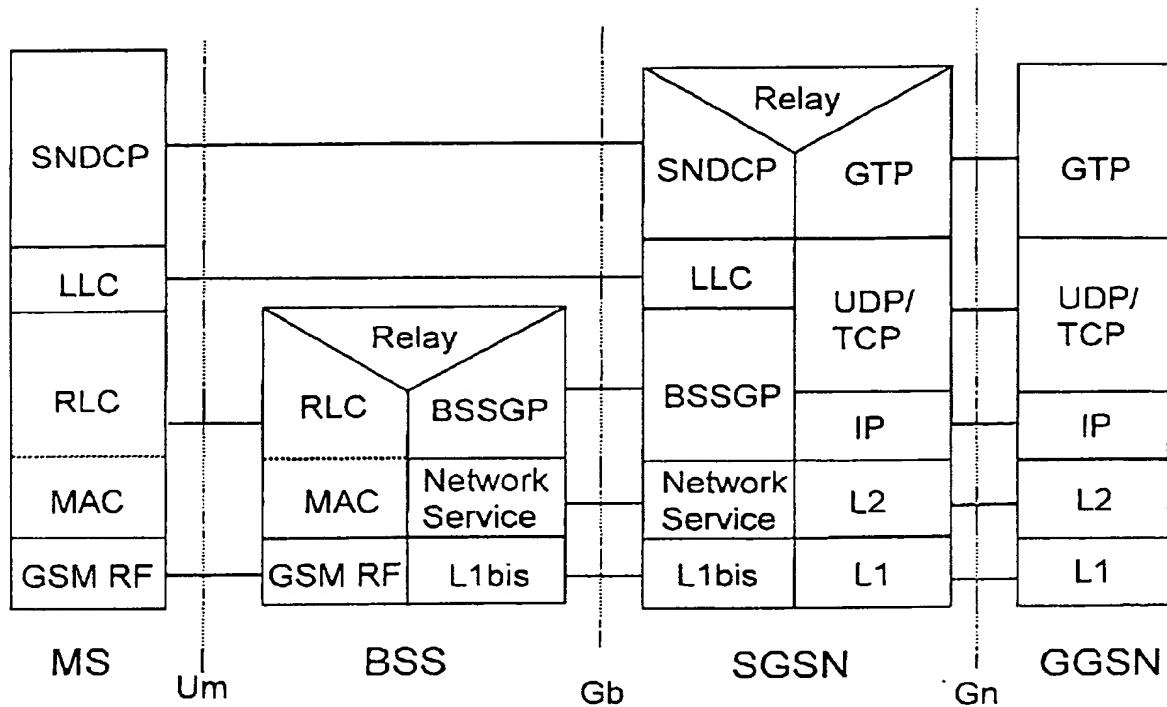


FIG. 3a

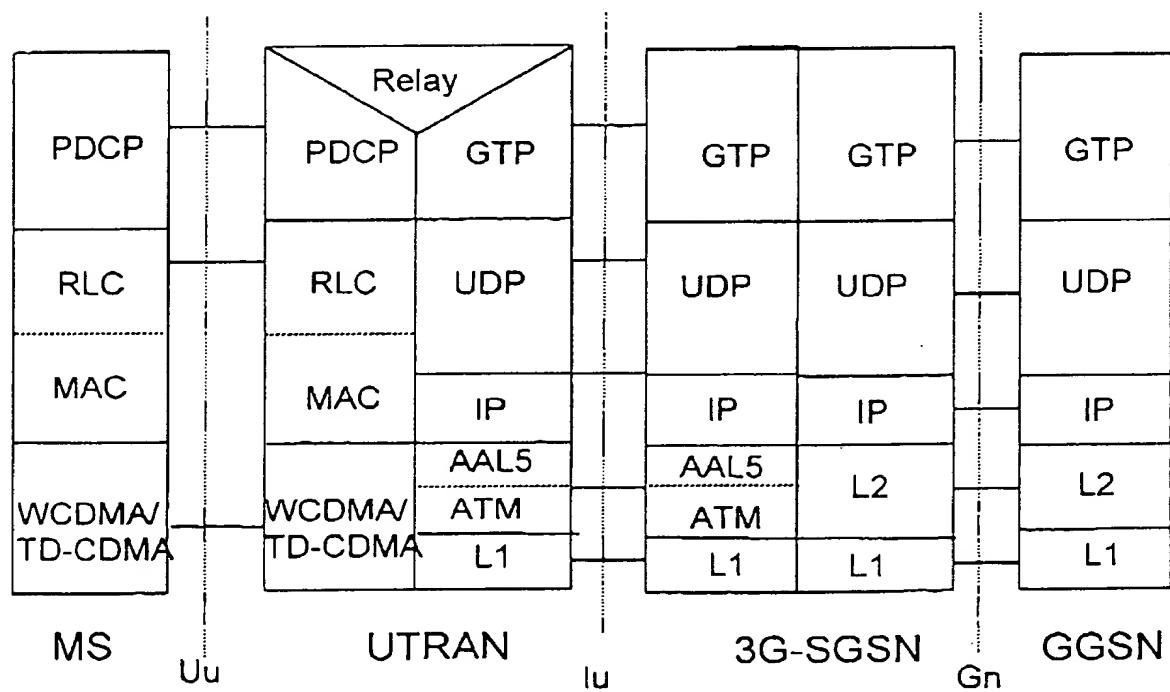


FIG. 3b

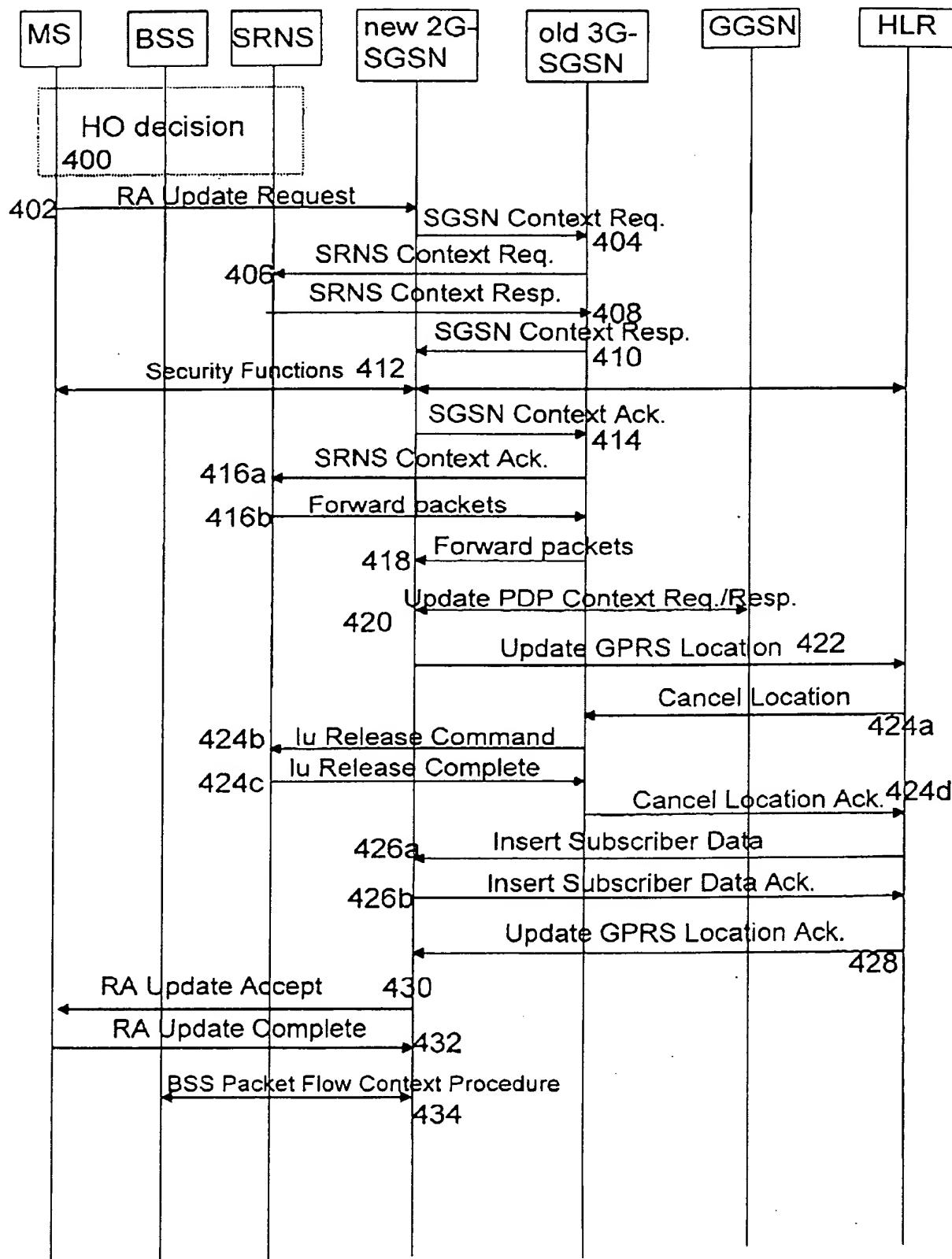


FIG. 4

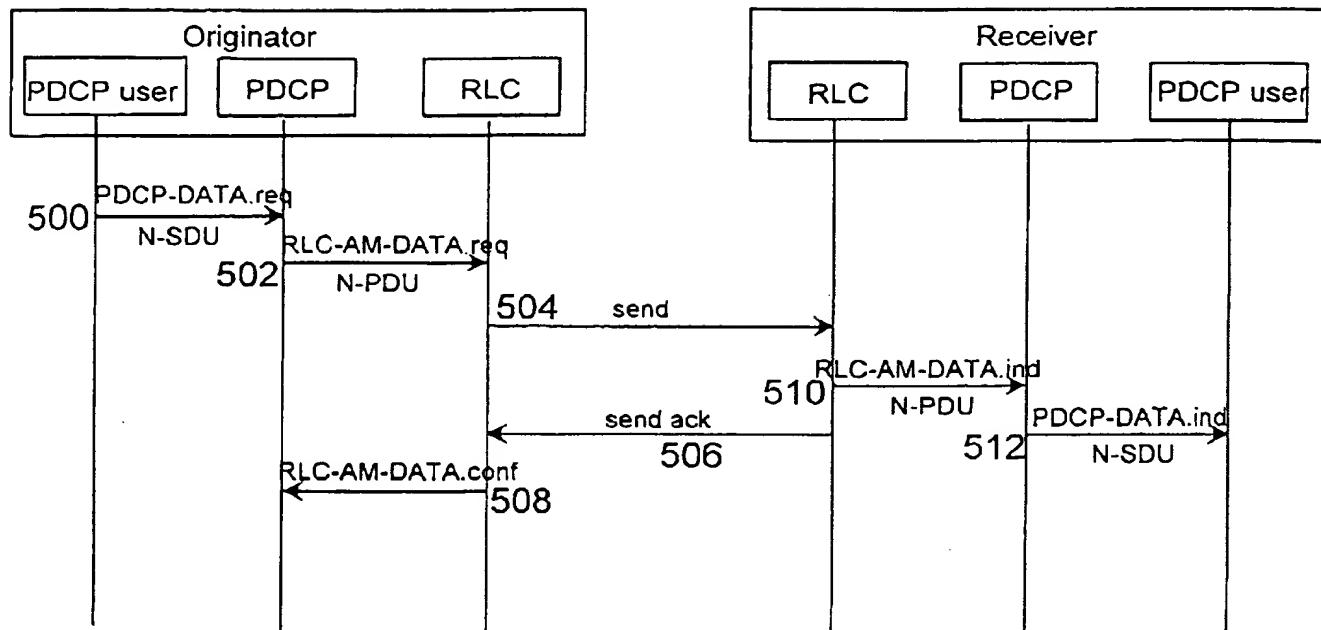


FIG. 5

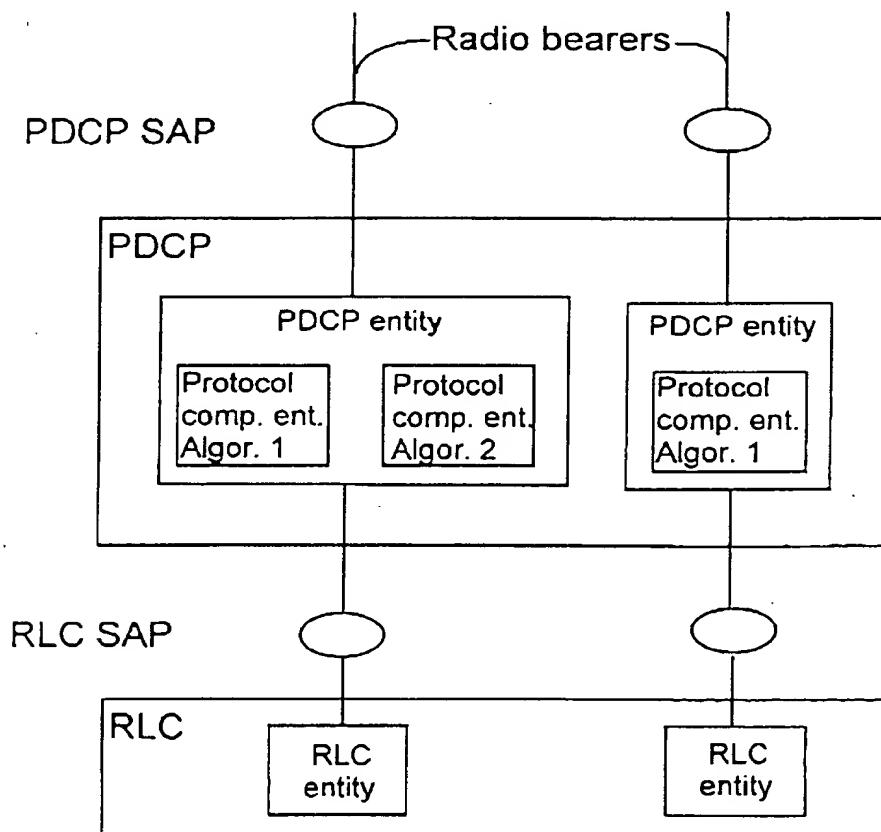


FIG. 6

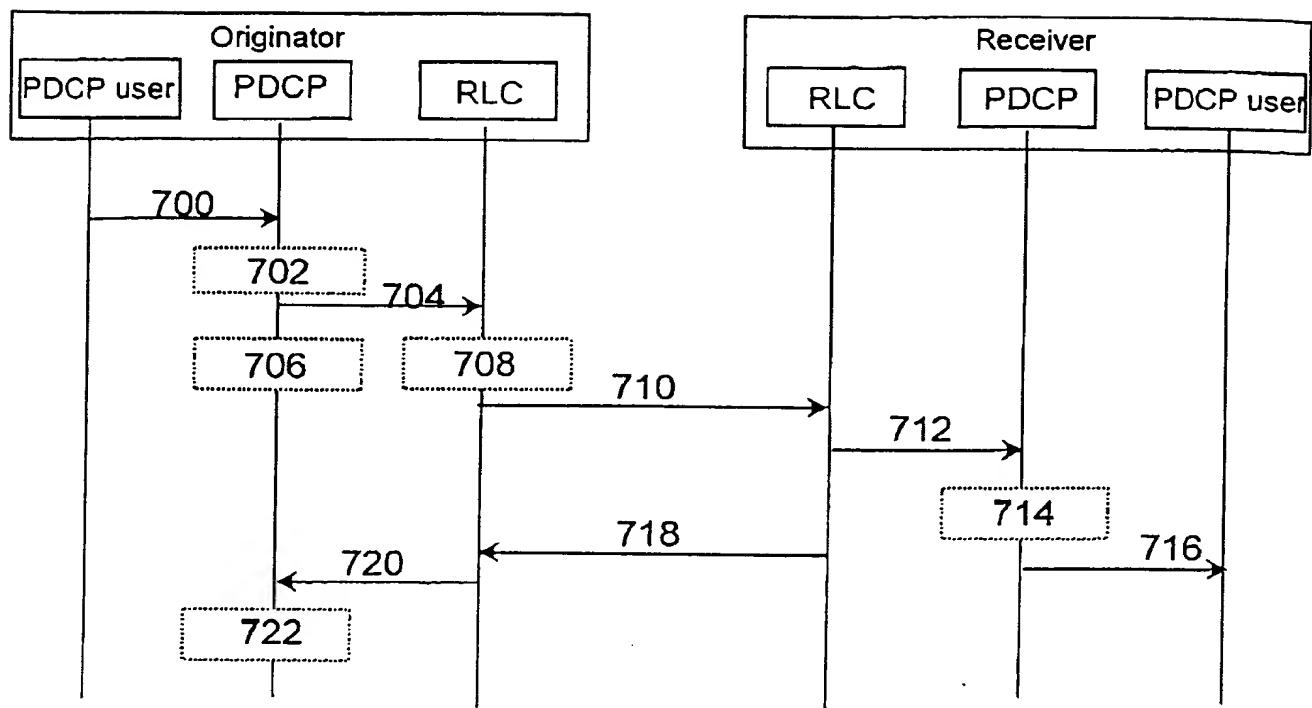


FIG. 7

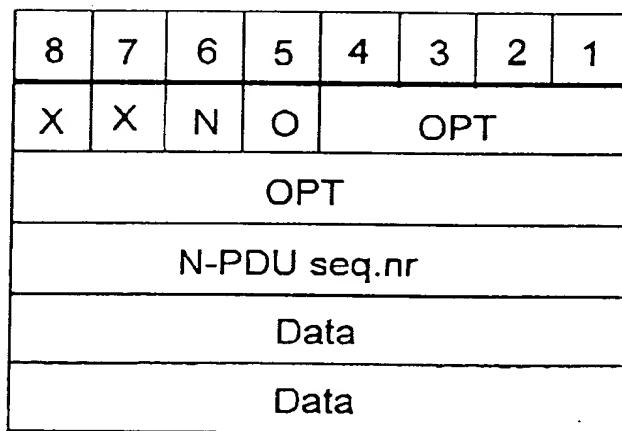


FIG. 8

Data
Data

FIG. 9a

PDU type	PID
	Data
	Data

FIG. 9b

PDU type	PID
	Seq. number
	Seq. number
	Data
	Data

FIG. 9c